

10/539480
PCT/SE 03/01967

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen



**Intyg
Certificate**

RECEIVED
19 JAN 2004

WIPO PCT

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Unipower AB, Alingsås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0203891-7
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-12-23
Date of filing

Stockholm, 2004-01-09

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Lisa Junegren
Lisa Junegren

Avgift
Fee

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

BEST AVAILABLE COPY

TITEL

MÄTMETOD FÖR BESTÄMNING AV RIKTNING TILL STÖRNINGSKÄLLA

TEKNISKT OMRÅDE

- 5 Föreliggande uppfinning avser en metod för bestämning av riktning till en störkälla i förhållande till en mätpunkt i ett elnät med växelström med en nätfrekvens med lågfrekventa amplitudvariationer från en störningskälla. Föreliggande uppfinning avser även en anordning innefattande medel att utföra metoden.

10

TEKNIKENS STÅNDPUNKT

- Vid elproduktion används generatorer som ger en växelspänning runt en viss frekvens. Användaren av den producerade elen är medveten om vilken frekvens som gäller samt vilken spänning som levereras på elnätet.
- 15 Användaren av elnätet önskar få så ren el som möjligt, d.v.s. önskar el som är väl definierad vid den angivna frekvensen och den angivna spänningen. I vanliga elnät som försörjer städer och fabriker är det dock vanligt att elnätet innehåller lågfrekventa spänningsdistorsioner. Spänningsdistorsioner uppkommer då olika anordningar cyklistiskt kopplas in på nätet, vilka anordningar innehåller t.ex. kapacitanser och induktanser.

Stora effektslukande installationer såsom induktionsugnar, kompressorer, hissmotorer, pumpar etc. bidrar till att öka halten av spänningsdistorsion i elnätet. Dessa belastningar orsakar ofta lågfrekventa (<25 Hz) och periodiska fluktuationer i spänningens effektivvärde. Fenomenet benämns vanligen flimmer (eng. flicker). Den mest uppmärksammade effekten av flimmer är den irritation som kan upplevas från glödlampor vars ljusintensitet fluktuerar i takt med de spänningsvariationer som flimret förorsakar. Studier har visat att människan är speciellt känslig för ljusfluktuationer med en repetitionsfrekvens i intervallet 0.5Hz till 25Hz. Vid känslighetsmaximum (cirka 9Hz) behöver den relativ spänningsändringen endast vara 0.25 % för att man skall uppleva att ljuset från glödlampen flimrar. Problem med flimmer

Huvudfaxeri Kässan
uppstår i första hand i områden med utpräglad tung industri (järnverk och pappersbruk etc.) men kan också förekomma i områden med svaga elnät och i närheten av vindkraftsanläggningar.

- 5 I händelse av ett orent elnät innefattande flimmer, är det intressant att veta var störningskällan befinner sig. En elproducent vill visa att det är en konsument som gör elnätet orent och kan i sådana fall begära att konsumenten betalar en straffavgift eller åtgärdar problemet. En konsument å andra sidan vill givetvis visa att det ej är han som orsakar orenheten.
- 10 Dessutom vill konsumenten ha valuta för pengarna och vill således påvisa att det är elproducenten som levererar oren el.

Att åtgärda problemet med flimmer är ofta en dyr operation där hela eller delar av nätet kan behöva byggas om på sådant sätt att elnätets inre impedansen minskar; t.ex. genom nya och grövre kablar. Ett annat sätt att åtgärda problemet är att installera motmedel mot den aktuella störningen. Sådana motmedel är normalt mycket kostsamma. Exempel på motmedel är "Static Var Compensation (SVC)" som dynamiskt kontrollerar förändringar i systemet.

- 20
- 15 Det finns metoder att bestämma halten av spänningssflimmer, vilket finns beskrivet i standarden IEC-61000-4-15. Mätinstrument som registrerar spänningssflimmer enligt denna standard påvisar förekomsten av spänningssflimmer genom att beräkna och呈现出 parametrarna Ifl, Pst och Pit. Det finns dock inget i standarden eller i existerande mätinstrument som visar riktningen till störkällan i förhållande till mätpunkten.

- 25
- 30 Det finns således ett stort önskemål om en metod och en anordning som kan bestämma utbredningsriktningen hos flimmer. Utbredningsriktningen hos filmret visar om störningskällan befinner sig ovanför eller nedanför en mätpunkt och kan således vara till stor nytta när störningskällan skall spåras.

REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

Föreliggande uppfinning avser lösa de problem som angivits ovan vid lågfrekventa störningar som ger upphov till periodiska fluktuationer i spänningens effektivvärde. Sådana periodiska fluktuationer kommer nedan 5 att benämñas lågfrekventa variationer eller flimmer.

- Problemen lösas genom en metod för bestämning av riktning till en störkälla i förhållande till en mätpunkt i ett elnät med växelström med en nätfrekvens f_0 med lågfrekventa amplitudvariationer från störningskällan. Metoden 10 kännetecknas av att en amplitudmodulerad strömsignal och en amplitudmodulerad spänningssignal spelas in. Både den amplitudmodulerade strömsignalen och den amplitudmodulerade spänningssignalen signalbehandlas på sådant sätt att de lågfrekventa amplitudvariationerna i både ström och spänning separeras från bärvägen i 15 form av ett störningsbidrag för ström och ett störningsbidrag för spänning. Störningsbidraget för ström multipliceras därefter med störningsbidraget för spänning på sådant sätt att en produkt bildas. Produkten bearbetas på sådant sätt att en flimmereffekt II erhålls med ett teckenvärde som anger i vilken riktning en störningskälla befinner sig i förhållande till mätpunkten.
- 20 Enligt en utföringsform av uppfinningen är teckenvärdet hos flimmereffekten i mätpunkten negativt då störningskällan befinner sig nedanför mätpunkten och positivt då störningskällan befinner sig ovanför mätpunkten.
- 25 Metoden har två viktiga fördelar:
1. Flimmereffekten i mätpunkten bestäms. Därmed kan störningskällan (flimmerkällan) spåras.
 2. Metoden är noggrann också när mätningen utförs via i nätet installerade 30 spännings- och strömtransformatorer. Frekvensspektrum hos en signal med flimmer består av bärväg (tex. 50 eller 60 Hz) och på båda sidor om bärvägen sidband med frekvensavstånd till bärvägen motsvarande

Huvudfaren: Kassan

- flimmerfrekvenserna. Hela signalpaketets (bärvåg och de lågfrekventa signalerna) frekvensspektrum finns alltså i ett smalt frekvensband kring bärvägen vilket innebär att mätning via existerande ström- och spänningstransformatörer kan utnyttjas eftersom dessa är utformade för 5 högsta noggrannhet kring nätfrekvensen.

Uppfinningen kan utföras genom ett antal metoder beskrivna nedan.

- I en första metod (metod 1) enligt en utföringsform av uppfinningen 10 kännetecknas metoden av steget;
- upptagning av en amplitudmodulerad strömsignal $i(n)$ innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen f_c samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen $i(n)$;
 - upptagning av en amplitudmodulerad spänningssignal $u(n)$ innehållande 15 signaler som härrör från nätfrekvensen f_c samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen $u(n)$;
 - signalbehandling av strömsignalen $i(n)$ på sådant sätt att enbart de lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för strömsignalen $i(n)$;
 - 20 -signalbehandling av spänningssignalen ($u(n)$) på sådant sätt att enbart de lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för spänningssignalen $u(n)$;
 - bildande av en produkt genom multiplicering av störningsbidraget för ström och störningsbidraget för spänning,
 - 25 -bearbetning av produkten på sådant sätt att en flimmereffekt II erhålls med ett teckenvärde som anger i vilken riktning störningskällan befinner sig i förhållande till mätpunkten.
- En fördel med den första metoden är att den ej kräver någon stor datorkapacitet, utan lätt kan implementeras i en lämplig anordning.
- 30 Enligt en annan utföringsform av metod 1 innehåller metoden att;

Huvudforsen klassen

- signalbehandlingen av strömsignalen $i(n)$ innehåller stegen;
 - bildande av en första demodulerad signal genom demodulering av strömsignalen $i(n)$;
 - bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen f_0 i den första demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för ström;
- 5 - signalbehandlingen av strömsignalen $i(n)$ innehåller stegen;
 - bildande av en andra demodulerad signal genom demodulering av spänningssignalen;
 - bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen f_0 i den andra demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för spänning.
- 10
- 15 Enligt en annan utföringsform av metod 1 innehåller metoden stegen;
 - bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen f_0 i den första demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna avseende störningsbidraget för ström kvarstår i form av en störningssignal $I_{LF(n)}$ för ström;
 - bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen i den andra demodulerade signalen på sådant sätt att de lågfrekventa variationerna avseende störningsbidraget för spänning kvarstår i form av en störningssignal $U_{LF(n)}$ för spänning;
- 20
- 25 - att produkten bildar en momentan effektsignal $\Pi(n)$ genom multiplikation av störningssignalen $I_{LF(n)}$ för ström och störningssignalen $U_{LF(n)}$ för spänning;
- att produkten bearbetas genom medelvärdesbildning av den momentana effektsignalen $\Pi(n)$ varvid flimmereffekten Π bildas med teckenvärdet.
- 30 Enligt ytterligare en annan utföringsform av metod 1 innehåller metoden att;

Huvudfaxen Klassan

- den första demodulerade signalen bildas genom kvadratdemodulering av strömsignalen;
- den andra demodulerade signal bildas genom kvadratdemodulering av spänningssignalen.

5

Enligt en utföringsform av metod 1 utförs filtreringen med ett bandpassfilter med en undre gräns på 0.1 Hz och en övre gräns på 35 Hz. En föredragen övre gräns är dock 25 Hz.

- 10 I en andra metod (metod 2) enligt en utföringsform av uppfinningen kännetecknas metoden av stegen;
 - upptagning av en amplitudmodulerad strömsignal $i(n)$ innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen f_c samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen $i(n)$;
- 15 -upptagning av en amplitudmodulerad spänningssignal $u(n)$ innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen f_c samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen $u(n)$;
 - frekvensanalys av vågformen hos spänningssignalen $u(n)$ genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket ger upphov till
- 20 en spänningsvektor U som innehåller frekvensspektrum för spänningssignalen $u(n)$ i form av N st komplexa spänningar;
 - frekvensanalys av vågformen hos strömsignalen $i(n)$ genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket ger upphov till en strömvektor I som innehåller frekvensspektrum för strömsignalen $i(n)$ i form
- 25 av N st komplexa strömmar;
 - bildande av en effektvektor P genom elementvis multiplikation av spänningsvektorn U och strömvektorn I ;
 - multiplicering av effektvektorn P med en viktvektor W som消除er effektbidrag som härrör från nätfrekvensen, varvid effektvektorn P innehåller deleffekter P_k avseende effektbidrag från störningsskällan,
- 30 -bildande av en flimmereffekt Π med ett teckenvärde genom summering av deleffekterna P_k , och;

Huvudfaren Kassan

-analys av teckenvärdet, varvid teckenvärdet anger i vilken riktning störningskällan befinner sig från måtpunkten.

- I den andra metoden signalbehandlas spänningssignalen $u(n)$ och strömsignalen $i(n)$ genom den ovan beskrivna frekvensanalysen. Produkten 5 angiven vid metod 1 motsvaras i metod 2 av bildandet av effektvektorn P . Störningsbidragen för ström och spänning i metod 1 har ej sin direkta motsvarighet i metod 2, utan störningsbidragen uppkommer i form av effektbidrag P_k avseende effektbidrag från störkällan efter det att effektvektorn P multipliceras elementvis med viktvektorn W som innehåller 10 elementen w_k . Den i metod 1 angivna bearbetningen motsvaras i metod 2 av att deleffekterna P_k summeras.

Enligt en utföringsform av metod 2 bildas flimmereffekten Π genom följande steg:

- 15 -summering av deleffekterna P_k genom formeln:

$$\Pi = \sum_{k=1}^N \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{2} W_k \cdot U_k \cdot I_k \right\}$$

- En fördel med denna metod är att det ej uppkommer några 20 demoduleringsrester.

Enligt en annan utföringsform av metod 2 bildas flimmereffekten Π genom följande steg:

- kvadratdemodulering x^2 av spänningssignalen $u(n)$;
- 25 -kvadratdemodulering x^2 av strömsignalen $i(n)$;
- beräkning av frekvensspektrum hos den kvadratdemodulerade spänningssignalen genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation) vilket ger upphov till spänningsvektorn (U);

-beräkning av frekvensspektrum hos den kvadratdemodulerade strömsignalen genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation) vilket ger upphov till strömvektorn (Π);

-bildande av flimmereffekten II genom summering av deleffekterna P_k som

- 5 bidrar till flimmerfenomenet genom formeln:

$$\Pi = \sum_{k=1}^N \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{2} w_{1_k} \cdot U_k \cdot w_{2_k} \cdot I_k^* \right\}$$

- där elementen w_{1_k} och w_{2_k} ersätter W_k och eliminerar effektbidrag som härrör från nätfrekvensen samt viktar fram rätt amplituder hos frekvenskomponenten U_k och I_k enligt

$$w_{1_k} = \begin{cases} \frac{1}{U_c} & \text{för } 1 \leq k \leq i \\ 0 & \text{för } k > i \end{cases}$$

$$15 \quad w_{2_k} = \begin{cases} \frac{1}{I_c} & \text{för } 1 \leq k \leq i \\ 0 & \text{för } k > i \end{cases}$$

där det antas att de lågfrekventa störningarna finns i ett frekvensband till och med ton i ($0 < f_{\text{flimmer}} \leq i$).

- 20 Som visats ovan ger både metod 1 och metod 2 upphov till den uppfinningsenliga flimmereffekten II med ett teckenvärde som anger i vilken riktning en störkälla befinner sig i förhållande till en mätpunkt. Det är således möjligt att signalbehandla ström- och spänningssignalerna i både tidsplanet och frekvensplanet för att erhålla den önskade flimmereffekten II.

Huvudforsvens klassen
Uppfinningen avser även en anordning innehållande medel att utföra de ovan angivna metoderna.

- Enligt en utföringsform av uppfinningen innehåller anordningen medel för
- 5 bestämning av riktning till störkälla i förhållande till en mätpunkt i ett elnät med växelström med en nätfrekvens f_c med lågfrekventa amplitudvariationer från störningskällan. Anordningen kännetecknas av att den även innehåller;
- medel att uppta en amplitudmodulerad strömsignal $i(n)$ innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen f_c samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen $i(n)$;
 - 10 -medel att uppta en amplitudmodulerad spänningssignal $u(n)$ innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen f_c samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen $u(n)$;
 - medel att signalbehandla strömsignalen $i(n)$ på sådant sätt att endast de 15 lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för strömsignalen $i(n)$;
 - medel att signalbehandla spänningssignalen $u(n)$ på sådant sätt att endast de lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för spänningssignalen $u(n)$;
 - 20 -medel att bilda en produkt genom multiplicering av störningsbidraget för ström och störningsbidraget för spänning,
 - medel att bearbeta produkten på sådant sätt att en flimmereffekt II erhålls med ett teckenvärde som anger i vilken riktning störningskällan befinner sig i förhållande till mätpunkten.
- 25 Enligt en annan utföringsform av uppfinningen innehåller;
- medlet för signalbehandling av strömsignalen ($i(n)$);
 - medel för bildande av en första demodulerad signal genom demodulering av strömsignalen ($i(n)$);
 - 30 -medel för bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen (f_c) i den första demodulerade signalen på sådant

sätt-sätt enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för ström;

- medlet för signalbehandlingen av strömsignalen ($I(n)$):
 - medel för bildande av en andra demodulerad signal genom demodulering av spänningssignalen;
 - medel för bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen i den andra demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för spänning;

10

Enligt en annan utföringsform av uppföringen innehåller anordningen:

- medel för frekvensanalys av vågformen hos spänningssignalen ($u(n)$) genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket ger upphov till en spänningsvektor (U) som innehåller frekvensspektrum för spänningssignalen ($u(n)$) i form av N st komplexa spänningar;
- medel för frekvensanalys av vågformen hos strömsignalen ($I(n)$) genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket ger upphov till en strömvektor I som innehåller frekvensspektrum för strömsignalen ($I(n)$) i form av N st komplexa strömmar;
- 20 -medel för bildande av en effektvektor (P) genom elementvis multiplikation av spänningsvektorn (U) och strömvektorn (I);
 - medel för multiplicering av effektvektorn (P) med en viktvektor (W) som消除er effektbidrag som härrör från nätfrekvensen, varvid effektvektorn (P) innehåller deleffekter (P_k) avseende effektbidrag från störningskällan,
- 25 -medel för bildande av en flimmereffekt (Π) med ett teckenvärde genom summering av deleffekterna (P_k), och;
 - medel för analys av teckenvärdet, varvid teckenvärdet anger i vilken riktning störningskällan befinner sig från mätpunkten.

30 FIGURBESKRIVNING

Uppfinningen kommer nedan att beskrivas i ett antal utföringsformer med hänvisning till ett antal figurer där.:

Fig. 1 visar en ekvivalent tvåpol för ett elnät enligt uppfinningen;

5 Fig. 2a visar variationer i spänningens effektivvärde U_L ;

Fig. 2b visar variationer i strömmens effektivvärde I_L ;

Fig. 3 visar ett frekvensspektrum för en amplitudmodulerad spänningssignal med endast en lågfrekvent komponent;

10

Fig. 4 visar ett signalflödesschema för en mätmetod enligt en utföringsform av uppfinningen;

15 Fig. 5 visar ett signalflödesschema för en mätmetod enligt en annan utföringsform av uppfinningen;

Fig. 6 visar ett signalflödesschema för en mätmetod enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen;

20 Fig. 7 visar en amplitudkarakteristik för ett bandpassfilter som används vid utföringsformen beskriven i anslutning till Fig. 6;

Fig. 8 visar ett principiellt blockschema över en anordning som kan användas vid metoderna beskrivna i de olika utföringsformerna;

25

Figur 9 visar schematiskt ett nät innehållande en störningskälla F1, en last L1, en generator G för generering av växelpänning, och;

30 Fig. 10 visar schematiskt ett diagram över flimmereffekten II för ett antal samplingspunkter n.

FOREDRAGNA UTFÖRINGSFORMER

Nedan kommer både allmän teori och ett antal utföringsformer att beskrivas.

Den allmänna teorin är nödvändig för förståelse av de nedan beskrivna utföringsformerna. Vid de ekvationer som beskrivs anger en punkt mellan två

- 5 bokstäver i en ekvation en elementvis multiplikation av vektorer.

Som nämnts ovan avser uppförningen ge en metod att bestämma i vilken riktning en störningskälla befinner sig i förhållande till en mätpunkt. Vid riktningbestämning av lågfrekventa variationer såsom flimmer, måste 10 vägformen hos spänning och ström spelas in i den eller de faser där riktningen skall bestämmas. Därefter skall den inspelade informationen signalbehandlas enligt någon av de utföringsformer som beskrivs i nedanstående signalflödesscheman. Resultatet av signalbehandlingen blir en 15 flimmereffekt II med ett teckenvärde. Teckenvärdet anger i vilken riktning störningskällan befinner sig i förhållande till en mätpunkt.

I figur 1 visas en ekivalent tvåpol för ett elnät enligt tidigare känd teknik. Elnätet kan schematiskt delas in i tre delar vilka brukar benämñas generator 20 1, transmissionsledning 2 och last 3. När en last 3 ansluts, kommer en ström I att flyta i kretsen. Detta leder till att ett spänningssfall U_{ZT} uppstår över den inre impedansen Z_T varvid spänningen U_L över lasten sjunker. Kopplas lasten in och ur periodiskt (cyklistiskt) kommer också strömmen I att öka och minska cyklistiskt, varvid spänningen U_L minskar och ökar cyklistiskt (förutsatt att generatorspänningen U_G hålls konstant).

25

I figur 1 visas en mätpunkt 17 och en punkt 18 som markerar en punkt ovanför, d.v.s. uppströms, mätpunkten 17 och en punkt 19 som markerar en punkt nedanför, d.v.s. nedströms, mätpunkten 17. Benämningarna ovanför och nedanför mätpunkten 17 är väsentliga då det skall anges i vilken riktning 30 störningskällan befinner sig i förhållande till mätpunkten.

- Enligt uppförningen sker i mätpunkten en upptagning av en amplitudmodulerad strömsignal $i(n)$ innehållande signaler som härrör från en nätfrekvens f_c samt lågfrekventa amplitudvariationer i strömsignalen $i(n)$. De lågfrekventa amplitudvariationer härrör från störningskällan. Dessutom sker
- 5 en upptagning av en amplitudmodulerad spänningssignal $u(n)$ innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen f_c samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen $u(n)$. Även här härrör de lågfrekventa amplitudvariationer från störningskällan.
- 10 I figur 2a och 2b visas principscheman över variationer i spänningens effektivvärde U_{RMS} för spänningen U_L och strömmens effektivvärde I_{RMS} för strömmen I . Enligt uppförningen avser förändringarna i effektivvärdena för ström och spänning U_{RMS} och I_{RMS} de momentana ändringarna i spänning och ström som uppkommer på grund av de lågfrekventa
- 15 amplitudvariationerna från störningskällan. I figur 2a och 2b visas ej signaler som härrör från nätfrekvensen. Det är dock känt att de lågfrekventa amplitudvariationerna modulerar nätfrekvensen f_c . De eventuella ändringarna som sker i ström och spänning och som härrör från nätfrekvensen är försumbara. Effektivvärdesänderingarna U_{RMS} och I_{RMS} speglar således de momentana förändringarna i ström och spänning som kan härledas från de lågfrekventa variationerna. I figur 2a och 2b är det ur uppföringssynpunkt därför enbart intressant att visa variationerna i spänningens effektivvärde U_{RMS} och strömmens effektivvärde I_{RMS} . Variationerna i spänningens effektivvärde U_{RMS} och strömmens effektivvärde I_{RMS} är, enligt den uppföringenliga metoden beskriven nedan, beroende på om störningskällan finns ovanför eller nedanför mätpunkten 17.
- 20
- 25
- 30

I figur 2a visas situationen då flimmereffekten utbreder sig från last mot generator, varvid förändringarna i effektivvärdena för ström I_{RMS} och spänning U_{RMS} sker momentant och i motfas. Då lasten ökar, ökar strömmen I varvid spänningsfallet över U_{ZT} ökar, vilket ger att U_L minskar momentant.

Huvudfrågan: Krossat

- I figur 2b visas situationen då flimmereffekten utbreder sig från generator mot last, varvid förändringarna i effektivvärdena för ström I_{RMS} och spänning U_{RMS} sker momentant och i fas. En ökning av U_c ger momentan ökning av strömmen I , vilket ger en momentan ökning av U_L , vilket således ger en
- 5 samtidig ändring av ström och spänning.

Vid en teoretisk betraktelse av flimmer är det lämpligt att låta ström- och spänningssignalerna $u(t)$, $i(t)$) beskrivas som en amplitudmodulation. Det matematiska uttrycket för sådana signaler ges av [1] och [2] enligt:

10

$$u(t) = \left(U_c + \sum_{k=1}^n U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) \right) \cos(\omega_c t + \beta_c) \quad [1]$$

$$i(t) = \left(I_c + \sum_{k=1}^n I_{mk} \cos(\omega_k t + \alpha_k) \right) \cos(\omega_c t + \alpha_c) \quad [2]$$

- Signalerna består dels av en bärväg $U_c \cos(\omega_c t)$ resp. $I_c \cos(\omega_c t)$ samt de
- 15 lågfrekventa flimmersignalerna $U_{mk} \cos(\omega_k t)$ resp. $I_{mk} \cos(\omega_k t)$. Index c avser bärvägens bidrag och index m avser den lågfrekventa variationens bidrag. Index k anger index för en summering över $k=1$ värden till N värden.

- I figur 3 visas ett frekvensspektrum för en amplitudmodulerad
- 20 spänningssignal med endast en lågfrekvent komponent (entonsmodulering). Den lågfrekventa komponenten avser här en lågfrekvent ton som ger upphov till variationerna i amplitud hos både ström och spänning. Med lågfrekvent ton avses här en lågfrekvent signal.
- 25 I figur 3 visas de frekvensband som den lågfrekventa variationen ger upphov till. I figur 3 avser f_c bärfrekvensen och f_m frekvensen hos den lågfrekventa variationen. Frekvenskomponenterna vid entonsmodulering finns vid frekvenserna f_c , f_c-f_m och f_c+f_m .

Figur 3 visas även amplituden U_c för spänningen hos bärrekvensen f_c samt amplituden $U_m/2$ för spänningsbidraget från den lågfrekventa variationen f_m .

Figur 3 visar att ett frekvensspektrum hos den modulerande tonen bildar ett övre sidband $f_c + f_m$ och ett undre sidband $f_c - f_m$ med halva ursprungsamplituden U_m i varje sidband och placerad på ett frekvensavstånd från bärrekvensen f_c motsvarande den modulerande frekvensen f_m . Låga frekvenser såsom den lågfrekventa störningen ger upphov till sidband nära bärrekvensen. Ju högre frekvens hos störningen desto större frekvensavstånd hos den modulerande frekvensen från bärrekvensen.

Flimmereffekten, II, är den effekt som har sitt ursprung i de modulerande tonerna och kan tecknas

$$15 \quad \Pi = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) \right) \left(\sum_{k=1}^{\infty} I_{mk} \cos(\omega_k t + \alpha_k) \right) dt = \{ \text{ortogonalitet} \} = \\ = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_{mk} I_{mk}}{2} \cos(\beta_k - \alpha_k) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_{mk} I_{mk}}{2} \cos(\phi_k) \quad [3]$$

Formeln [3] visar att de enskilda lågfrekventa tonerna i ström och spänning bildar, efter multiplikation och integrering, flimmereffekten. För att bestämma denna effekt måste de lågfrekventa signalerna i spänning och ström vara kända till amplitud och fas och kunna extraheras ur signalpaketet [1] och [2]. Detta kan göras på några olika sätt som leder till samma resultat. Exempel på olika metoder beskrivs nedan såsom olika utföringsformer av uppföljningen.

25 Nedan kommer två utföringsformer att beskrivas som bygger på att frekvensspektrum för de samplade vågformerna $u[n]$ och $i[n]$ bestäms genom att utföra en N-punkters DFT-analys (DFT = Discrete Fourier Transform). I det praktiska fallet kan en FFT-analys (FFT = Fast Fourier Transform) användas, vilket är en beräkningsalgoritm som ger samma information som

Fourier- transformen). Utdata från analysen blir två komplexvärda spänning- och strömvektorer U och I , vilka innehåller frekvensspektrum för $u[n]$ och $i[n]$ i form av $k = N$ st komplexa spänningar U_k och strömmar I_k . Frekvensupplösningen som erhålls beror på vald samplingsfrekvens (f_s) samt 5 antalet sampel N som ingår i beräkningen enligt sambandet $\Delta f = f_s / N$.

Matematiskt tecknas vektorerna U och I :

$$U = [U_1, U_2, U_3, \dots, U_N] = [|U_1| \angle \beta_1, |U_2| \angle \beta_2, |U_3| \angle \beta_3, \dots, |U_N| \angle \beta_N] \quad [4]$$

10

$$I = [I_1, I_2, I_3, \dots, I_N] = [|I_1| \angle \alpha_1, |I_2| \angle \alpha_2, |I_3| \angle \alpha_3, \dots, |I_N| \angle \alpha_N] \quad [5]$$

Komplexa effekten, S , skapas utifrån vektorerna U och I och innehåller den 15 effektstorheterna P (medeleffekt) och Q (reaktiv effekt) per ton enligt

$$\begin{aligned} S &= [S_1, S_2, S_3, \dots, S_N] = \left[\frac{1}{2} U_1 \cdot I_1^*, \frac{1}{2} U_2 \cdot I_2^*, \frac{1}{2} U_3 \cdot I_3^*, \dots, \frac{1}{2} U_N \cdot I_N^* \right] = \\ &= \left[\frac{1}{2} |U_1| \angle \beta_1 \cdot |I_1| \angle -\alpha_1, \frac{1}{2} |U_2| \angle \beta_2 \cdot |I_2| \angle -\alpha_2, \frac{1}{2} |U_3| \angle \beta_3 \cdot |I_3| \angle -\alpha_3, \dots, \frac{1}{2} |U_N| \angle \beta_N \cdot |I_N| \angle -\alpha_N \right] = \\ &= \left[\frac{1}{2} |U_1| \cdot |I_1| \angle \varphi_1, \frac{1}{2} |U_2| \cdot |I_2| \angle \varphi_2, \frac{1}{2} |U_3| \cdot |I_3| \angle \varphi_3, \dots, \frac{1}{2} |U_N| \cdot |I_N| \angle \varphi_N \right] = \\ &= [P_1 + jQ_1, P_2 + jQ_2, P_3 + jQ_3, \dots, P_N + jQ_N] \end{aligned}$$

[6]

20

Den aktiva effekten P_1 erhålls som realdelen av S_1 , enligt:

$$P_1 = \operatorname{Re}\{S_1\} = \operatorname{Re}\{P_1 + jQ_1\} \quad [7]$$

25 Vektorerna U , I och S innehåller frekvensspektrum från vinkelfrekvensen $f = 0$ Hz till $f = f_s$ Hz. Ofta önskar man vikta informationen och/eller nollställa

Huvudfrågor Klassen

vissa frekvenser. Ett enkelt och effektivt sätt att göra detta är införa viktningsvektorn W enligt:

$$W = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_N] \quad [8]$$

5

Viktningsvektorn W innehåller element, w_k , som innehåller konstanter som elementvis multipliceras med U , I och S . Skall spänningsvektorn U nollställas för frekvenser ovanför halva samplingsfrekvensen utförs följande operation (punktnotationen i [9] avser elementvis multiplikation):

10

$$U_{\text{mod}} = U \cdot W \quad \text{där} \quad [9]$$

$$w_k = \begin{cases} 1 & \text{för } 1 \leq k \leq \frac{N}{2} \\ 0 & \text{för } \frac{N}{2} < k \leq N \end{cases}$$

- 15 U_{mod} är den modifierade spänningsvektorn innehållande frekvensspektrum upp till halva samplingsfrekvensen. Däröver är elementen spänningsvektorn noll.

- 20 Viktningsvektorns element, w_k , kan väljas så att önskat resultat uppnås. Till exempel kan filterkaraktistik åstadkommas genom att man väljer lämpliga värden på elementen w_k . Vidare kan man införa olika viktningsvektorer för U , I och S i syfte att uppnå önskat resultat.

- 25 Flimmereffekten, Π , erhålls genom att summa de effekter, P_k , vilka bidrar till flimmerfenomenet. Det vill säga

$$\Pi = \sum_{k=1}^N \text{Re} \left\{ \frac{1}{2} W_k \cdot U_k \cdot I_k^* \right\} \quad [10]$$

I figur 4 visas ett signalflödesschema för en mätmetod enligt en utföringsform av upfinningen för en första mätmetod. Beräkning av flimmereffekten II sker genom att frekvensanalysera vågformen hos spänning och ström.

5

Insignalema till signalflödesschemat i figur 4 består av de två insignalsvektorerna, $u[n]$ och $i[n]$, vilka innehåller de samplade vågformerna för spänning och ström. Avståndet i tid mellan två index (n och $n+1$) i insignalsvektorema motsvarar $1/f_s$, där f_s avser samplingsfrekvens.

10

Genom att utnyttja den tidigare beskrivna teorin på det signalflödesschema som beskrivs i figur 4 kan flimmereffekten beräknas. I figur 4 anges två block benämnda DFT som avser en transformering av ström- respektive spänningssignalerna $i(n)$ och $u(n)$ genom en s.k. Discrete Fourier Transform.

15 Signalen som kommer ut från DFT:n för spänningssignalen $u(n)$ benämns U och innehållar komponenterna $U_k \angle \beta_k$ som avser ett antal värden för olika vinklar β_k , där index k anger vilken punkt som avses i DFT:n. Signalen som kommer ut från DFT:n för strömsignalen $i(n)$ benämns I och innehållar komponenterna $I_k \angle \phi_k$ som avser ett antal värden för olika vinklar ϕ_k , där
20 index k anger vilken punkt som avses i DFT:n. I figur 4 visas en multiplikator 3 där vektorerna U , I och W multipliceras. Signalen ut från multiplikatorm benämns P och avser en effektvektor innehållande komponenter deleffekter P_k som beskriver den aktiva effekten enligt [7] som realdelen av den komplexa effekten S enligt [6] och [7].

25

$$P_k = \operatorname{Re}\{0.5 \cdot w_k |U_k| \angle \beta_k |I_k| \angle \phi_k\}$$

[10a]

I figur 4 visas dessutom en summationspunkt Σ som anger bildandet av flimmereffekten II genom summering av de aktiva effekterna P_k enligt [10a],

30 där:

2008-02-23

$$\text{Flim} = \sum_{k=1}^N \text{Re}\{0.5 \cdot w_k | U_k | \angle \beta_k | I_k | \angle \phi_k\} \quad [10b]$$

⋮

Frekvensspektrum hos vågformerna $u[n]$ och $i[n]$ beräknas med en N -punkters DFT analys. Därefter beräknas flimmereffekten II genom att utnyttja

- 5 [10]. Innehållet i viktningsvektorn W är avgörande för det slutgiltiga resultatet. Elementen i W skall väljas så att effekten i bärvägen nollställs och att endast de toner som härrör från flimmer tas med. Detta kan göras på tre sätt. Antingen utnyttjar man informationen från 1) övre sidbandet, 2) undre sidbandet eller 3) summerar per frekvens informationen i de båda sidbanden
- 10 och därefter beräknar effekten genom att utnyttja [10].

För att exemplifiera hur beräkningarna går till antar vi att bärvägssignalen finns i element M hos vektorema U och I . Vi antar vidare att de lågfrekventa flimmertonerna i vektorema U och I finns i elementen k med indexen:

15

$$M-i \leq k < M \text{ och } M < k \leq M+i$$

- Antalet flimmertoner ges av konstanten i . Väljer man att utnyttja informationen i undre sidbandet vid beräkning av flimmereffekten väljs
- 20 elementen w_k i viktningsvektorn W enligt

$$w_k = \begin{cases} 0 & \text{för } 1 \leq k < M-i \\ 2 & \text{för } M-i \leq k < M \\ 0 & \text{för } M \leq k \leq N \end{cases}$$

⋮

25

Flimmereffekten skapas därefter genom att utnyttja formel [10].

Väljer man att utnyttja informationen i övre sidbandet vid beräkning av flimmereffekten skall elementen w_k i viktningsvektorn W väljas enligt

$$5 \quad w_k = \begin{cases} 0 & \text{för } 1 \leq k \leq M \\ 2 & \text{för } M < k \leq M+i \\ 0 & \text{för } M+i < k \leq N \end{cases}$$

Flimmereffekten skapas därefter genom att utnyttja formeln [10].

Väljer man att utnyttja informationen i båda sidbandet för att beräkna flimmereffekten skall elementen w_k i viktningsvektorn W väljas enligt

10

$$w_k = \begin{cases} 0 & \text{för } 1 \leq k < M-i \\ 1 & \text{för } M-i \leq k < M \text{ och } M < k \leq M+i \\ 0 & \text{för } k = M \end{cases}$$

15 Flimmereffekten II skapas därefter genom formeln

$$\Pi = \sum_{k=0}^{i-1} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{2} w_k \cdot (U_{(M-i+k)} + U_{(M+i-k)}) \cdot (I_{(M-i+k)} + I_{(M+i-k)})^* \right\} \quad [10c]$$

I figur 5 visas ett signalflödesschema av en andra mätmetod enligt en annan utföringsform av uppfinningen, där beräkningen av flimmereffekten sker genom kvadratdemodulering av spänning och ström varefter en DFT-analys av de lågfrekventa signalerna utförs.

Metoden påminner om den första mätmetoden beskriven i anslutning till figur 4, med den skillnaden att innan frekvensspektrum beräknas så

Huvudförsägning
kvadratdemoduleras signalerna vilket i figur 5 benämns X^2 . Därmed separeras de lågfrekventa signalerna från bärvägen enligt nedanstående uttryck:

$$\begin{aligned}
 u^2(t) &= \left(U_c + \sum_{k=1}^N U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) \right)^2 \cos^2(\omega_c t + \beta_c) = \\
 &= \left(U_c^2 + 2 \cdot U_c \cdot \sum_{k=1}^N U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) + \left(\sum_{k=1}^N U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) \right)^2 \right) \cdot \frac{1}{2} (1 + \cos(2\omega_c t + 2\beta_c)) = \\
 &= \left\{ \frac{U_c^2}{2} + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot U_c \cdot \sum_{k=1}^N U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) + \frac{1}{2} \cdot \left(\sum_{k=1}^N U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) \right)^2 \right\} + \\
 &\quad + \left\{ \frac{U_c^2}{2} + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot U_c \cdot \sum_{k=1}^N U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) + \frac{1}{2} \cdot \left(\sum_{k=1}^N U_{mk} \cos(\omega_k t + \beta_k) \right)^2 \right\} \cdot \frac{1}{2} \cos(2\omega_c t + 2\beta_c)
 \end{aligned}$$

5

[11]

Kvadratdemodulering innebär att två i frekvens åtskillja signalpaket skapas.

- 10 Det ena signalpaketet består av en likkomponent, de modulerande frekvenserna och de modulerande signalerna i kvadrat. Det sistnämnda är en icke önskad blandningsprodukt. Det andra signalpaketet innehåller samma termer fast i frekvens centrerade kring dubbla bärvägsfrekvensen. Vid beräkning av flimmereffekten ingår endast de termer som är markerade med dubbel understrykning i [11]. Den ena termen innehåller de lågfrekventa flimmertonerna multiplicerade med bärvägsamplituden och den andra termen är den modulerade signalen i kvadrat. Storleksmässigt är den första termen mycket större än den andra, vilket innebär att kvadrattermen påverkar resultatet mycket lite. Motsvarande uttryck erhålls vid kvadrering av strömsignalen $i(t)$.
- 15
- 20

Insignalerna till signalflödesschemat i figur 5 består av de två insignalsvektoreerna, $u[n]$ och $i[n]$, vilka innehåller de samplade vågformerna för spänning och ström. Avståndet i tid mellan två index (n och $n+1$) i

2.11-12- 2 3

Huruvarje insignalens vektorerna motsvarar $1/f_n$. I X^2 kvadreras varje element i insignalens vektorer och utgör indata till den N-punkters diskreta Fouriertransformen DFT. Utsignalen från respektive DFT är komplexvärda vektorer U och I innehållande frekvensspektrum för $u[n]$ och $i[n]$ (både amplitud- och fasinformation) med en frekvensupplösning av $\Delta f = fs/N$. Innehållet i U och I tecknas:

$$U = [U_1, U_2, U_3, \dots, U_N] = [|U_1| \angle \beta_1, |U_2| \angle \beta_2, |U_3| \angle \beta_3, \dots, |U_N| \angle \beta_N]$$

10

$$I = [I_1, I_2, I_3, \dots, I_N] = [|I_1| \angle \alpha_1, |I_2| \angle \alpha_2, |I_3| \angle \alpha_3, \dots, |I_N| \angle \alpha_N]$$

Den komplexa effekten, S , beräknas genom;

$$15 \quad S = \frac{1}{2} w_{1_k} \cdot U \cdot w_{2_k} \cdot I^* \quad [12]$$

Den eftersökta flimmereffekten Π erhålls sedan genom formeln

$$\Pi = \sum_{k=1}^i \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{2} w_{1_k} \cdot U_k \cdot w_{2_k} \cdot I_k^* \right\} \quad [13]$$

20

Elementen w_{1_k} och w_{2_k} nollställer de frekvenskomponenter som inte orsakar flimmer samt viktar fram rätt amplituder hos frekvenskomponenterna U_k och I_k enligt

$$25 \quad w_{1_k} = \begin{cases} \frac{1}{U_c} & \text{för } 1 \leq k \leq i \\ 0 & \text{för } k > i \end{cases} \quad [14]$$

Huvud 3

$$w_{2k} = \begin{cases} \frac{1}{I_c} & \text{för } 1 \leq k \leq i \\ 0 & \text{för } k > i \end{cases}$$

[15]

- I [13], [14] och [15] antas att flimmertoner finns i ett frekvensband till och med ton i ($0 < f_{\text{flimmer}} \leq i$). Rätt värde på viktningsfaktorema kan identifieras genom
 5 att studera [11]. Metoden är ej begränsad till de viktningsfaktorer som angivits ovan, utan andra konstanter i viktvektorn kan användas för att erhålla önskad filtereffekt.

- I figur 6 visas ett signalflödesschema enligt ytterligare en utföringsform av
 10 uppföringen för en tredje mätmetod, där flimmereffekten beräknas genom kvadratdemodulering av spänning $u(n)$ och ström $i(n)$ där de lågfrekventa tonerna filtreras fram genom användning av bandpassfilter 2A respektive 2B.

- I stället för att utnyttja DFT-analys och viktvektorer som beskrivits vid de två
 15 tidigare utföringsformerna beskrivna i anslutning till figurerna 4 och 5, används i denna mätmetod bandpassfilter 2A, 2B för att filtrera fram de lågfrekventa flimmertonerna.

- Insignalsvektorema $u[n]$ och $i[n]$ innehåller de samplade vågformerna för
 20 spänning och ström. I komponenterna 1A och 1B separeras, likt mätmetoden beskriven i anslutning till figur 5, bärväg (signal från nätfrekvens) och de lågfrekventa flimmertonerna genom att varje sampel kvadreras. Endast de lågfrekventa flimmertonerna tillåts passera bandpassfiltren 2A och 2B. Som insignaler till multiplikatorn 4 finns således endast de lågfrekventa flimmertonerna i spänning $u_{LF}[n]$ och ström $i_{LF}[n]$. Utsignalen från
 25 multiplikatorn 4 är den momentana flimmereffekten $II[n] = u_{LF}[n] \times i_{LF}[n]$. Flimmereffekten II erhålls genom att integratorn 5 medelvärdesbildar den momentana effekten $II(n)$. Detta kan göras med ett digitalt filter i form av t.ex. ett lågpassfilter.

2000-10-15

- Bandpassfiltren, 2A och 2B dimensioneras så att man erhåller en undre gränsfrekvens på 0,1 Hz och en övre gränsfrekvens på 25 Hz. Alternativt kan man använda de bandpassfilter som finns definierade standarden IEC 61000-4-15 som beskriver en flimmeralgoritm.**

Överföringsfunktionen för filtret i IEC-standarden tecknas

$$10 \quad H(s) = \frac{k\omega_1 s}{s^2 + 2\lambda s + \omega^2} \cdot \frac{1+s/\omega_2}{(s+1/\omega_3)(s+1/\omega_4)} \quad [16]$$

Koefficienterna i [16] skall ha värden enligt nedanstående tabell.

$k=1,748\ 02$	$\lambda=2\pi \cdot 4,059\ 81$
$\omega_1=2\pi \cdot 9,154\ 94$	$\omega_3=2\pi \cdot 1,225\ 35$
$\omega_2=2\pi \cdot 2,279\ 79$	$\omega_4=2\pi \cdot 21,9$

15 Tabell 1.

I figur 7 visas amplitudkaraktistik för bandpassfiltret med överföringsfunktion enligt [16] och koefficienter enligt tabell 1 .

- 15 Det är också möjligt att välja bandpassfilter med annan karakteristik än den som beskrivs i [16]. Till exempel kan man välja ett M:e ordningens Butterworth- eller Tjebyshov filter.

- Figur 8 visar ett blockschema över hårdvaran till instrumentet. Instrumentet är uppbyggt kring en signalprocessor 7 vilken administrerar mätinformationen, utför nödvändiga beräkningar enligt de mätmetoder som beskrivs i figurerna 4-6 och 9. Signalprocessorn 7 styr också samplingsprocessen vid omvandlingen av analoga signaler till digitala

signaler (A/D-omvandlingen). De upptagna signalaerna, dvs. vågformen hos ström och spänning, erhålls antingen från i nätet befintliga ström- och spänningstransformatörer eller från mätgivare vilka finns tillgängliga i instrumentet. Signalprocessorn kan vara en dator eller en logiskt uppbyggd krets, eller någon annan lämplig anordning att styra anordningar och att signalbehandla signaler.

I figur 8 visas en signalkonditioneringsanordning 8 för den upptagna spänningssignalen. Den uppmätta spänningen signalanpassas genom en resistiv spänningsdelning, varvid rätt insignalnivå erhålls till efterföljande steg som är ett Anti-alias-filter 10.

I figur 8 visas även en signalkonditioneringsanordning 9 för den upptagna strömsignalen. Signalnivån för strömkanalen anpassas till instrumentet antingen via lågohmig shuntring varvid spänningsfallet över shunten förstärks och blir insignalnivå till efterföljande steg som är ett Anti-alias-filter 11. Alternativt kan strömsignalerna erhållas från strömtänder anslutna till instrumentet.

Anti-alias-filtrens 10, 11 uppgift är att förhindra vikningsdistorsion vilket uppstår om den upptagna signalen har ett frekvensinnehåll som överstiger halva samplingsfrekvensen (se teori för samplingsteoremet). Anti-alias-filtren kan implementeras i form av ett analogt Sallen-Key lågpässfilter enligt fig. 7 och har en gränsfrekvens motsvarande halva samplingsfrekvensen.

De nivåanpassade och filtrerade signalaerna sampelas i samplingsanordningar 12, 13 med en samplingsfrekven, t.ex. 6400 Hz. Den digitala rådatan i form av samplade amplitudvärdet sparas i ett mätminne 14 för att sedan utgöra indata till de ovan angivna mätmetoderna.

Mjukvaran som styr signalprocessorn 7 finns i ett programminne 15. Det färdiga resultatet, d.v.s. flimmereffekten med teckenvärde och inre

2002-12-4 3

Huvudforskningsmyssan
impedansen, kan visas både numeriskt och grafiskt i en presentationsanordning 16. Presentationsanordningen kan vara vilken som helst känd anordning för numerisk och grafisk presentation, t.ex. en bildskärm.

5

Figur 9 visar schematiskt ett nät innefattande en störningskälla F1, en last L1, en generator G för generering av växelspänning. I figur 9 visas strömriktningen för strömmen I med en pil i kopplingslinjerna. Strömmen går från generatoren G till störningskällan F1 och lasten L1. I figur 9 visas även en första mätpunkt M1. I anslutning till M1 finns markerat en punkt ovanför 18 och en punkt nedanför 19 mätpunkten M1. I figur 9 visas även en andra mätpunkt M2. I anslutning till M2 finns markerat en punkt ovanför 18 och en punkt nedanför 19 mätpunkten M2. Störningskällan F1 ger i nätet ifrån sig en lågfrekvent amplitudvariation som breder ut sig i riktning med en i figur 9 visad heldragen pil 20.

Med den uppfinningsenliga metoden beskriven ovan anger flimmereffektens II tecken i vilken riktning störningskällan befinner sig i förhållande till en mätpunkt. Enligt en utföringsform av uppfinnningen är teckenvärdet hos 20 flimmereffekten negativt då störningskällan befinner sig nedanför 19 mätpunkten och positivt då störningskällan befinner sig ovanför 18 mätpunkten.

I den första mätpunkten M1 erhålls således ett negativt tecken på 25 flimmereffekten II eftersom störningskällan F1 befinner sig nedanför 19 den första mätpunkten. Detta eftersom att de lågfrekventa variationerna i ström och spänning ligger i motfas i den första mätpunkten M1.

I den andra mätpunkten M2 erhålls däremot ett positivt tecken på 30 flimmereffekten II eftersom störningskällan F1 befinner sig ovanför 18 den

Huvudfokus:andra mätpunkten M2. Delta eftersom de lågfrekventa variationerna i ström och spänning ligger i fas i den andra mätpunkten M2.

- I figur 10 visas schematiskt ett diagram över flimmereffekten II för ett antal
5 samplingspunkter n under ett visst tidsintervall då upptagningar gjorts av de
modulerade ström- och spänningssignalerna i(n), u(n).

- I figur 10 visas en första kurva K1 på den negativa undre delen av
diagrammet. I diagrammet vissas dessutom en andra kurva K2 på den övre
10 delen av diagrammet. Den första kurvan K1 motsvarar en effektsignal som
eftersom medelvärdesbildning ger upphov till en flimmereffekt II med ett negativt
värde och motsvaras således av den flimmereffekt II som erhållits vid den
första mätpunkten M1 i figur 9. Den andra kurvan K2 motsvarar en
15 effektsignal som efter medelvärdesbildning ger upphov till en flimmereffekt II
med ett positivt värde och motsvaras således av den flimmereffekt II som
erhållits vid den andra mätpunkten M2 i figur 9.

- I figur 10 visas även att K1 spegelvänt över samplingsaxeln n motsvaras av
K2. Detta har visat sig stämma väl i experiment och har sin förklaring i att
20 flimmereffekten II byter tecken då utbredningen av den lågfrekventa
störningen ändras från att gå mot grundtonens effektriktning till att gå med
grundtonens effektriktning, eller vice versa. Det är således nödvändigt att
veta i vilken riktning generator respektive last finns i förhållande till
mätpunkten för att det skall vara möjligt att tolka teckenvärdet på rätt sätt.
25 Den del av diagrammet som visar perioden mellan noll och då K1 respektive
K2 startar, visar en tidsperiod då störningskällan F1 ej är inkopplad.

Huvudtema K: PATENTKRAV

1. Metod för bestämning av riktning till störkälla i förhållande till en mätpunkt i ett elnät med växelström med en nätfrekvens (f_0) med lågfrekventa amplitudvariationer från störningskällan, kännetecknad av att
5 metoden innehåller stegen:
 - upptagning av en amplitudmodulerad strömsignal ($i(n)$) innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen (f_0) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen ($i(n)$);
 - upptagning av en amplitudmodulerad spänningssignal ($u(n)$) innehållande
10 signaler som härrör från nätfrekvensen (f_0) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen ($u(n)$);
 - signalbehandling av strömsignalen ($i(n)$) på sådant sätt att endast de lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för strömsignalen ($i(n)$);
 - signalbehandling av spänningssignalen ($u(n)$) på sådant sätt att endast de lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för spänningssignalen ($u(n)$);
 - bildande av en produkt genom multiplicering av störningsbidraget för ström
15 och störningsbidraget för spänning,
- 20 -bearbetning av produkten på sådant sätt att en flimmereffekt (Π) erhålls med ett teckenvärde som anger i vilken riktning störningskällan befinner sig i förhållande till mätpunkten.
- 25 2. Metod enligt krav 1, kännetecknad av att teckenvärdet hos flimmereffekten är negativt då störningskällan befinner sig nedanför (19) mätpunkten (17) och att teckenvärdet är positivt då störningskällan befinner sig ovanför (18) mätpunkten (17).
:
- 30 3. Metod enligt krav 1 eller 2, kännetecknad av att:
 - signalbehandlingen av strömsignalen ($i(n)$) innehåller stegen:
 - bildande av en första demodulerad signal genom demodulering
av strömsignalen ($i(n)$);

2002-12-23

Munir Farhan Kassam

- bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen (f_c) i den första demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för ström;
- 5 - signalbehandlingar av strömsignalen ($i(n)$) innehåller steget;
-bildande av en andra demodulerad signal genom demodulering av spänningssignalen;
-bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen i den andra demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för spänning;
- 10 4. Metod enligt krav 4, kännetecknad av att metoden innehåller steget;
-bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen (f_c) i den första demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna avseende störningsbidraget för ström kvarstår i form av en störningssignal ($I_{LF(n)}$) för ström;
- 15 -bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen i den andra demodulerade signalen på sådant sätt att de lågfrekventa variationerna avseende störningsbidraget för ström kvarstår i form av en störningssignal ($I_{LF(n)}$) för ström;
- 20 5. Metod enligt krav 4, kännetecknad av att metoden innehåller steget;
-att produkten bildar en momentan effektsignal ($II(n)$) genom multiplikation av störningssignalen ($I_{LF(n)}$) för ström och störningssignalen ($U_{LF(n)}$) för spänning;
- 25 -att produkten bearbetas genom medelvärdesbildning av den momentana effektsignalen ($II(n)$) varvid flimmereffekten (II) bildas med teckenvärdet.
- 30 5. Metod enligt något av kraven 3-4, kännetecknad av att;
-den första demodulerade signalen bildas genom kvadratdemodulering av strömsignalen;

2. 3. 4. 5. 6.

-den andra demodulerade signal bildas genom kvadratdemodulering av spänningssignalen.

6. Metod enligt något av kraven 3 eller 4, kännetecknad av att bortfiltreringen
5 utförs med ett bandpassfilter med en undre gräns på 0.1 Hz och en övre
gräns på 35 Hz, men!med en föredragen övre gräns på 25 Hz.
7. Metod för diagnostik i en mätpunkt hos ett elnät med växelström med en
nätfrekvens (f_0) med lågfrekventa amplitudvariationer från en störningskälla,
10 kännetecknad av att metoden innehåller stegen;
-upptagning av en amplitudmodulerad strömsignal ($i(n)$) innehållande signaler
som härrör från nätfrekvensen (f_0) samt de lågfrekventa
amplitudvariationerna i strömsignalen ($i(n)$);
-upptagning av en amplitudmodulerad spänningssignal ($u(n)$) innehållande
15 signaler som härrör från nätfrekvensen (f_0) samt de lågfrekventa
amplitudvariationerna i spänningssignalen ($u(n)$);
-frekvensanalys av vågformen hos spänningssignalen ($u(n)$) genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket ger upphov till
en spänningsvektor (U) som innehåller frekvensspektrum för
20 spänningssignalen ($u(n)$) i form av N st komplexa spänningar;
-frekvensanalys av vågformen hos strömsignalen ($i(n)$) genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket ger upphov till en
strömvektor I som innehåller frekvensspektrum för strömsignalen ($i(n)$) i form
av N st komplexa strömmar;
25 -bildande av en effektvektor (P) genom elementvis multiplikation av
spänningsvektorn (U) och strömvektorn (I);
-multiplicering av effektvektorn (P) med en viktvektor (W) som elimineras
effektbidrag som härrör från nätfrekvensen, varvid effektvektorn (P) innehåller
deleffekter (P_k) avseende effektbidrag från störningskällan,
30 -bildande av en flimmereffekt (Π) med ett teckenvärde genom summering av
deleffekterna (P_k), och;

Classical Indian Poetry

-analys av teckenvärdet, varvid teckenvärdet anger i vilken riktning störningskällan befinner sig från mätpunkten.

8. Metod enligt krav 6, kännetecknad av att flimmereffekten (II) bildas genom
5 följande steg:
-summering av deleffekterna (P_k) genom formeln:

$$\Pi = \sum_{k=1}^N \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{2} W_k \cdot U_k \cdot I_k \right\}$$

- 10 9. Metod enligt krav 6, kännetecknad av att flimmereffekten (II) bildas genom följande steg:

 - kvadratdemodulering (x^2) av spänningssignalen ($u(n)$);
 - kvadratdemodulering (x^2) av strömsignalen ($i(n)$);
 - beräkning av frekvensspektrum hos den kvadratdemodulerade spänningssignalen genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation) vilket ger upphov till spänningsvektorn (U);

15 -beräkning av frekvensspektrum hos den kvadratdemodulerade strömsignalen genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation) vilket ger upphov till strömvektorn (I);

20 -bildande av flimmereffekten (II) genom summering av deleffekterna (P_k) som bidrar till flimmerfenomenet genom formeln:

$$\Pi = \sum_{k=1}^N \text{Re} \left\{ \frac{1}{2} w_{1_k} \cdot U_k \cdot w_{2_k} \cdot I_k^* \right\}$$

- 25 där elementen w_{1k} och w_{2k} ersätter W och消除er effektbidrag som härrör från nätfrekvensen samt viktar fram rätt amplituder hos frekvenskomponenten U_k och I_k enligt

~~Från 1 till 3~~

$$w1_k = \begin{cases} \frac{n}{U_c} & \text{för } 1 \leq k \leq i \\ 0 & \text{för } k > i \end{cases}$$

$$w2_k = \begin{cases} \frac{1}{I_c} & \text{för } 1 \leq k \leq i \\ 0 & \text{för } k > i \end{cases}$$

- 5 där det antas att de lågfrekventa störningarna finns i ett frekvensband till och med ton i ($0 < f_{\text{flimmer}} \leq i$).

10. Anordning innehållande medel för bestämning av riktning till störkälla i förhållande till en mätpunkt i ett elnät med växelström med en nätfrekvens (f_c)
- 10 med lågfrekventa amplitudvariationer från störningsskällan, kännetecknade av att anordningen innehåller;
- medel att uppta en amplitudmodulerad strömsignal ($i(n)$) innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen (f_c) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen ($i(n)$);
- 15 -medel att uppta en amplitudmodulerad spänningssignal ($u(n)$) innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen (f_c) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen ($u(n)$);
- medel att signalbehandla strömsignalen ($i(n)$) på sådant sätt att endast de lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för strömsignalen ($i(n)$);
- 20 -medel att signalbehandla spänningssignalen ($u(n)$) på sådant sätt att endast de lågfrekventa amplitudvariationerna kvarstår i form av ett störningsbidrag för spänningssignalen ($u(n)$);
- medel att bilda en produkt genom multiplicering av störningsbidraget för ström och störningsbidraget för spänning,

200-100-23

Härmed
-medel att bearbeta produkten på sådant sätt att en flimmereffekt (II) erhålls med ett teckenvärde som anger i vilken riktning störningskällan befinner sig i förhållande till mätpunkten.

5 11. Anordning enligt krav 10, kännetecknad av att;

- medlet för signalbehandling av strömsignalen ($i(n)$) innehåller;

-medel för bildande av en första demodulerad signal genom demodulering av strömsignalen ($i(n)$);

10 -medel för bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen (f_0) i den första demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för ström;

- medlet för signalbehandlingen av strömsignalen ($i(n)$) innehåller;

-medel för bildande av en andra demodulerad signal genom demodulering av spänningssignalen;

15 -medel för bortfiltrering av de signaler som härstammar från nätfrekvensen i den andra demodulerade signalen på sådant sätt att enbart de lågfrekventa variationerna kvarstår i form av störningsbidraget för spänning;

20

12. Anordning för diagnostik i en mätpunkt hos ett elnät med växelström med en nätfrekvens (f_0) med lågfrekventa amplitudvariationer från en störningskälla, kännetecknad av att anordningen innehåller:

-medel för upptagning av en amplitudmodulerad strömsignal ($i(n)$)

25 innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen (f_0) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen ($i(n)$);

-medel för upptagning av en amplitudmodulerad spänningssignal ($u(n)$) innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen (f_0) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen ($u(n)$);

30 -medel för frekvensanalys av vågformen hos spänningssignalen ($u(n)$) genom en N-punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket

- ger upphov till en spänningssvektor (U) som innehåller frekvenspektrum för spänningssignalen ($u(n)$) i form av N st komplexa spänningar;
- medel för frekvensanalys av vågformen hos strömsignalen ($i(n)$) genom en N -punkters DFT-analys (Discrete Fourier Transformation), vilket ger upphov
 - 5 till en strömvektor I som innehåller frekvenspektrum för strömsignalen ($i(n)$) i form av N st komplexa strömmar;
 - medel för bildande av en effektvektor (P) genom elementvis multiplikation av spänningssvektorn (U) och strömvektorn (I);
 - medel för multiplicering av effektvektorn (P) med en viktvektor (W) som
 - 10 eliminerar effektbidrag som härrör från nätfrekvensen, varvid effektvektorn (P) innehållar deleffekter (P_k) avseende effektbidrag från störningskällan,
 - medel för bildande av en flimmereffekt (Π) med ett teckenvärde genom summering av deleffekterna (P_k), och;
 - medel för analys av teckenvärdet, varvid teckenvärdet anger i vilken riktning
 - 15 störningskällan befinner sig från måtpunkten.

Huvudfaren Kosen

SAMMANDRAG

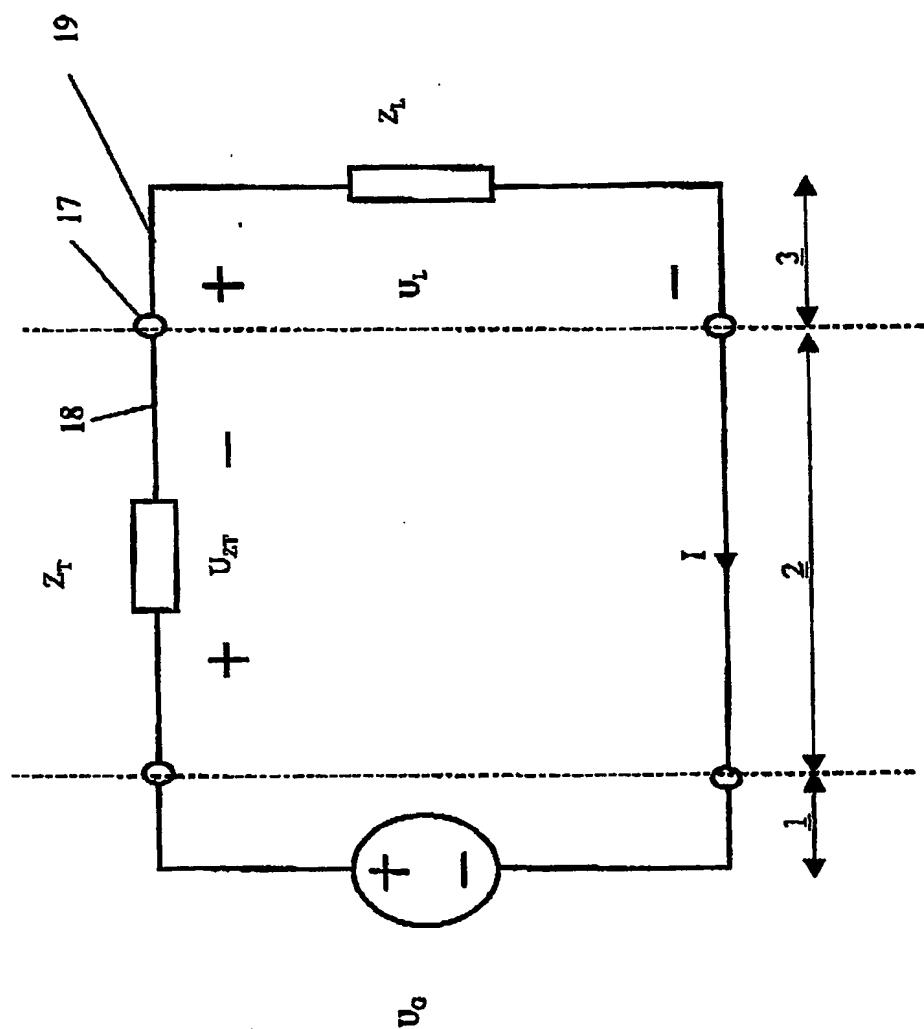
Föreliggande uppfinning avser en metod för bestämning av riktning till en störkälla i förhållande till en mätpunkt i ett elnät med växelström med en nätfrekvens (f_c) med lågfrekventa amplitudvariationer från störningskällan.

- 5 Uppfinningen kännetecknas av att metoden innehåller stegen;
 - upptagning av en amplitudmodulerad strömsignal ($i(n)$) innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen (f_c) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen ($i(n)$);
 - upptagning av en amplitudmodulerad spänningssignal ($u(n)$) innehållande signaler som härrör från nätfrekvensen (f_c) samt de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen ($u(n)$);
 - bildande av en flimmereffekt med ett teckenvärde genom multiplikation av de lågfrekventa amplitudvariationerna i strömsignalen och de lågfrekventa amplitudvariationerna i spänningssignalen, och;
- 10 15 -analys av teckenvärdet varvid teckenvärdet anger i vilken riktning störningskällan befinner sig i förhållande till mätpunkten. Metoden innehåller även en anordning avsedd att användas vid utförandet av metoden.
(Fig. 5)

卷之二

Digitized by srujanika@gmail.com

Fig. 1



Ink & Print - 6th requirement

$$Z_{MAX} = 10 \approx 3$$

Huyukluver Kullanın

2/10

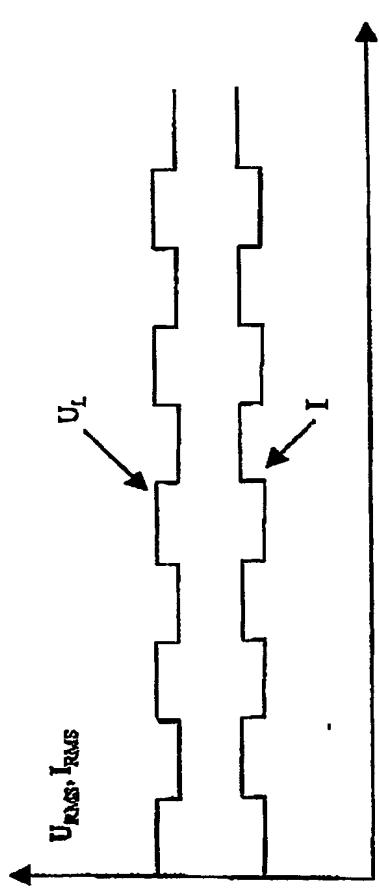


Fig. 2A

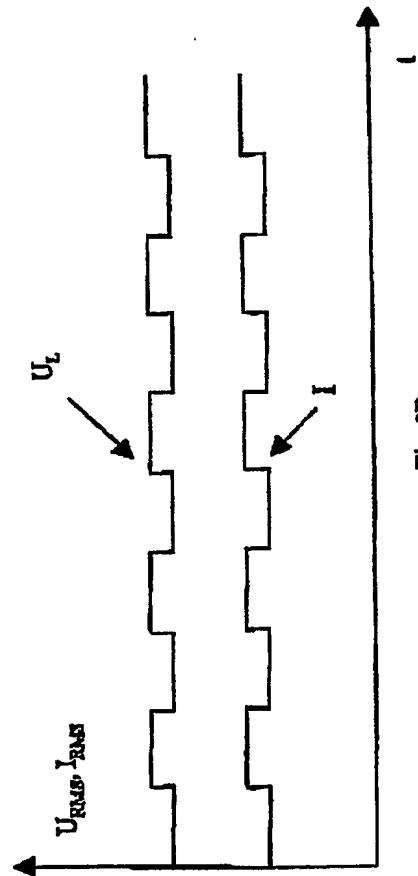


Fig. 2B

020202020202

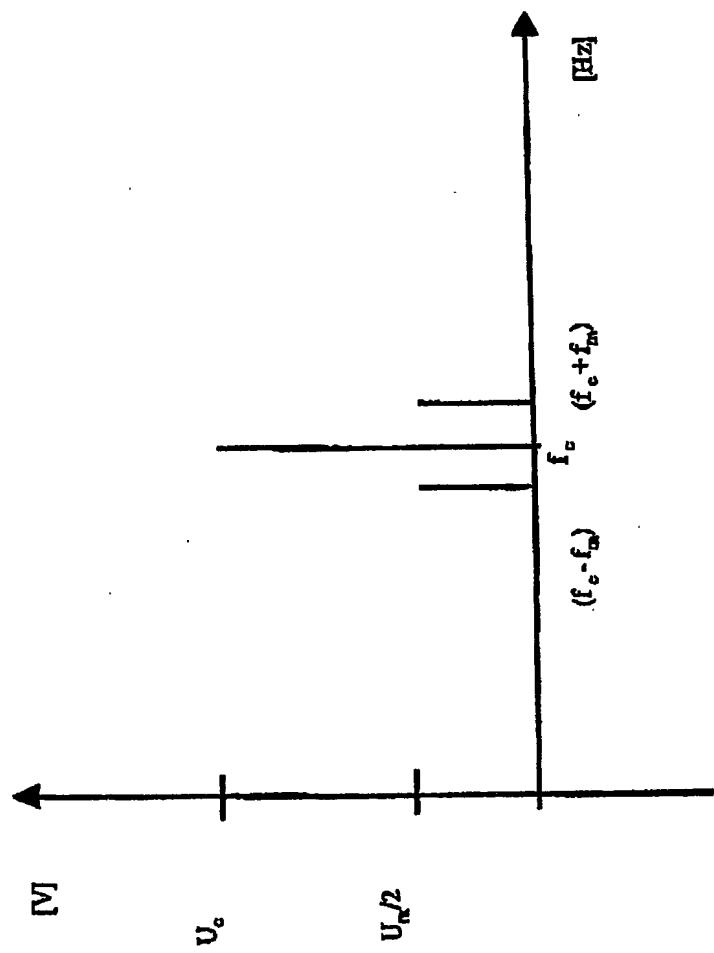
Ink. t. Pict.-Och reg.Verfot

Page 23

Huygens-Kron

3/10

Fig. 3



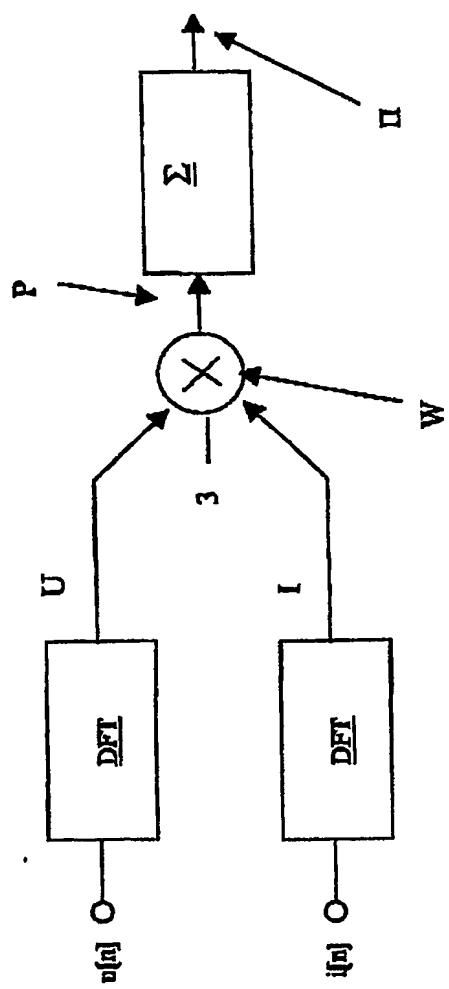
Link & Point-Lok - 100

2002-12-23

Hannover : Koenig

4/10

Fig. 4

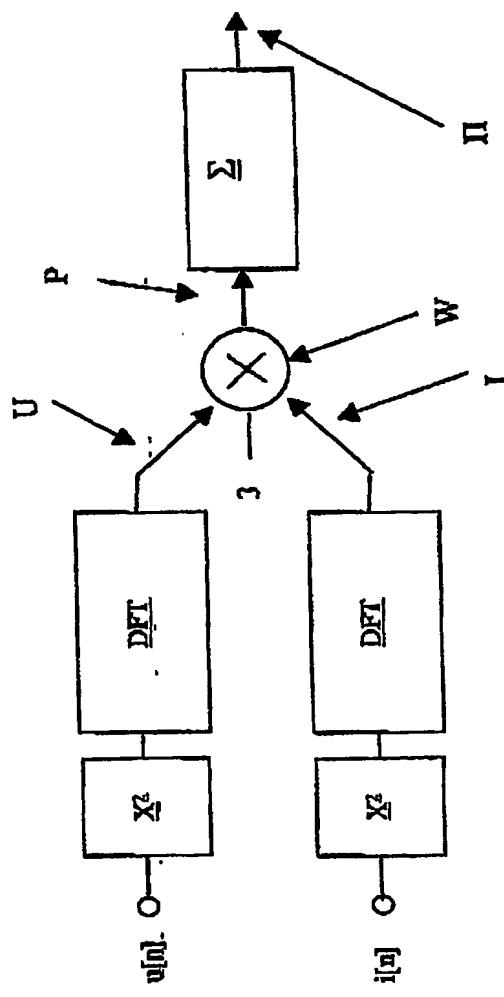


02030331-7

Ink i Polarkoordinat
Z₁, Z₂, Z₃
Hvordan løse?

5/10

Fig. 5



020000001111

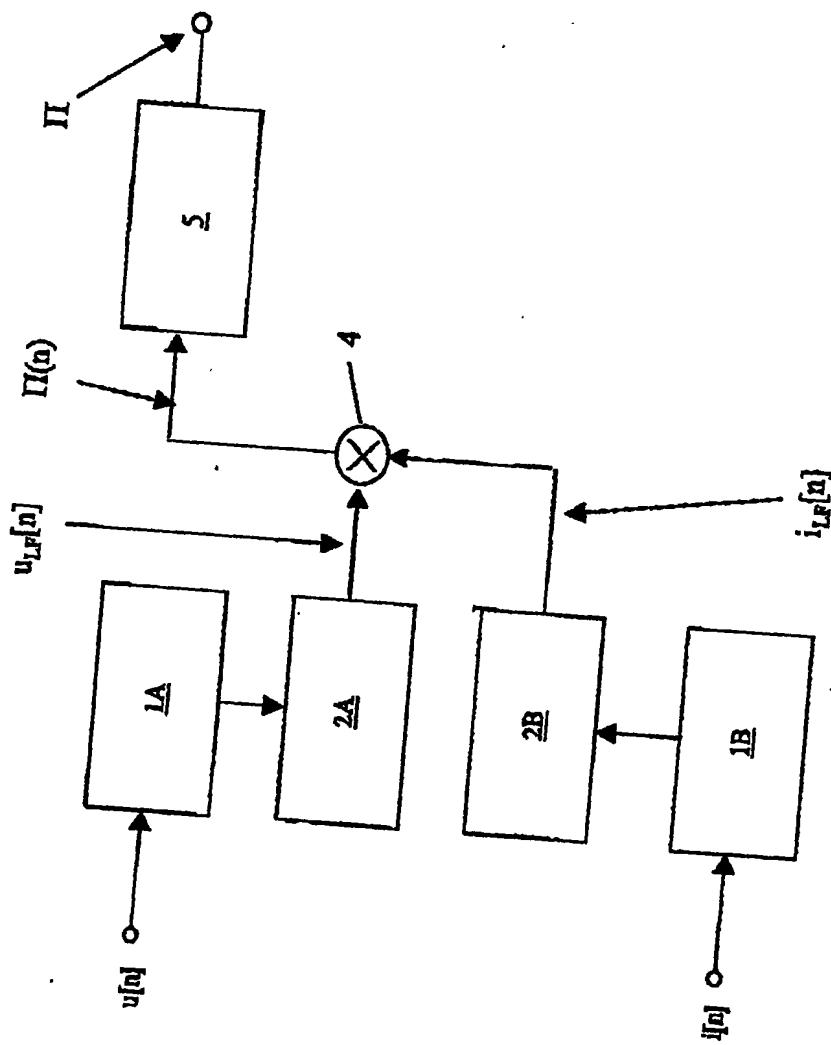
Lek t. 7 Läsför och reg.verket

sl. 1-32-23

Hans-Olof Kresson

6/10

Fig. 6



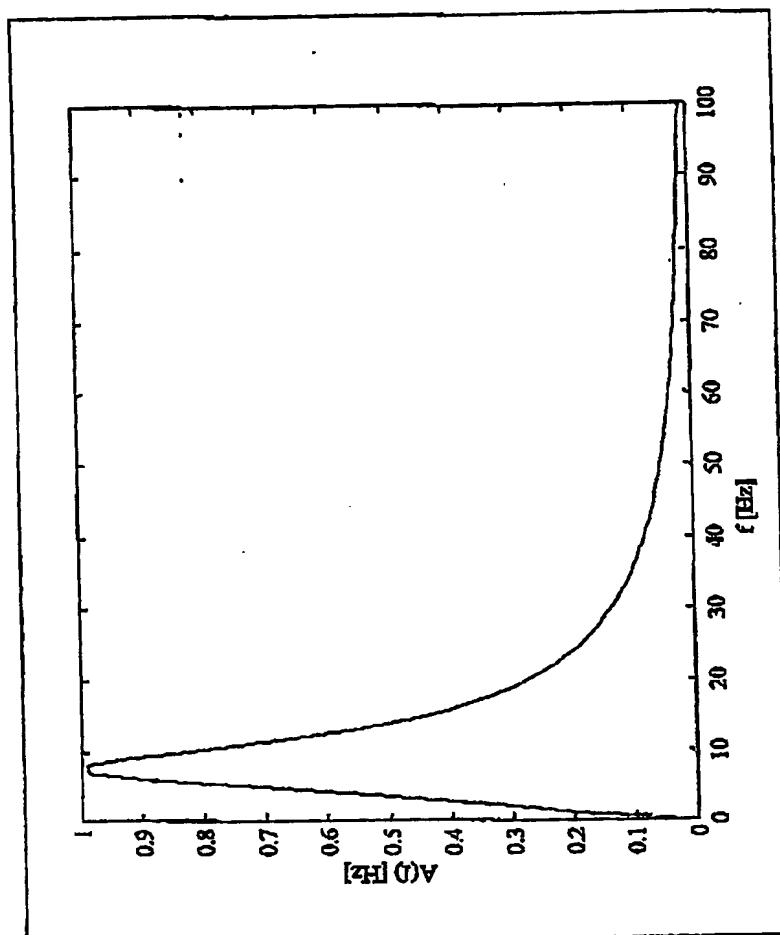
RECORDED BY

PC-23

DATE 10/10/87

7/10

Fig. 7



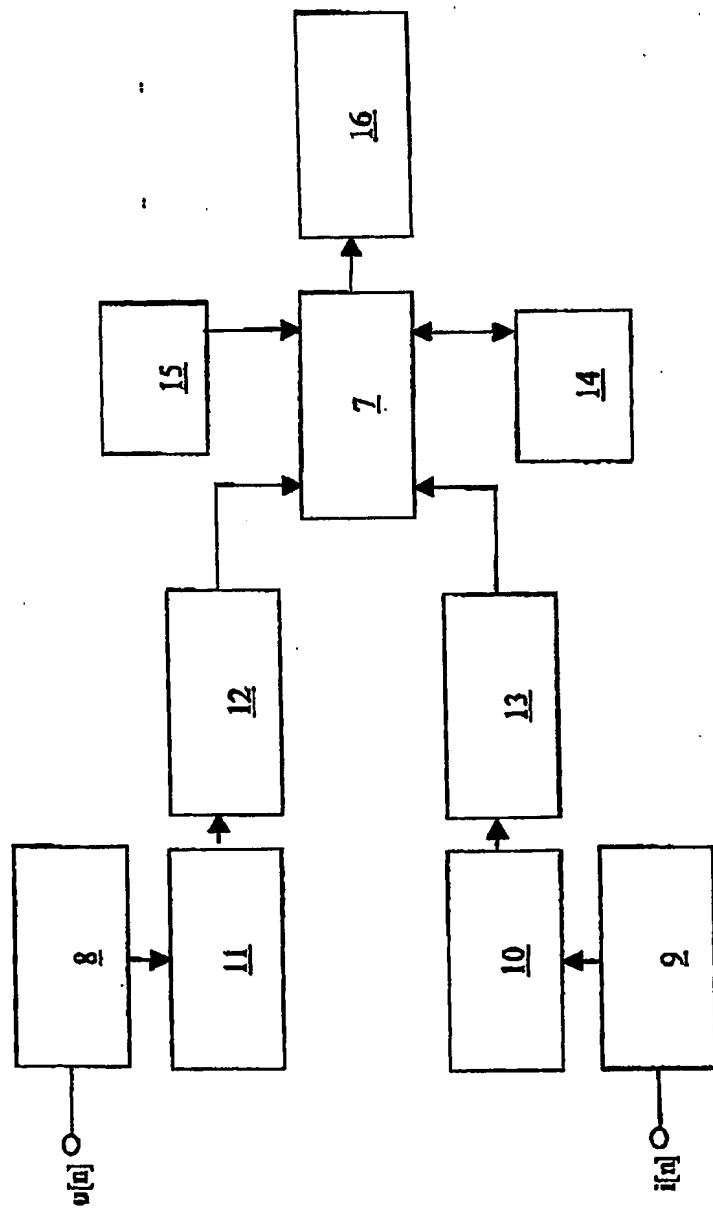
000000000000

0200333117

Fig. 8

Hot point detection
3
Hot point detection

8/10



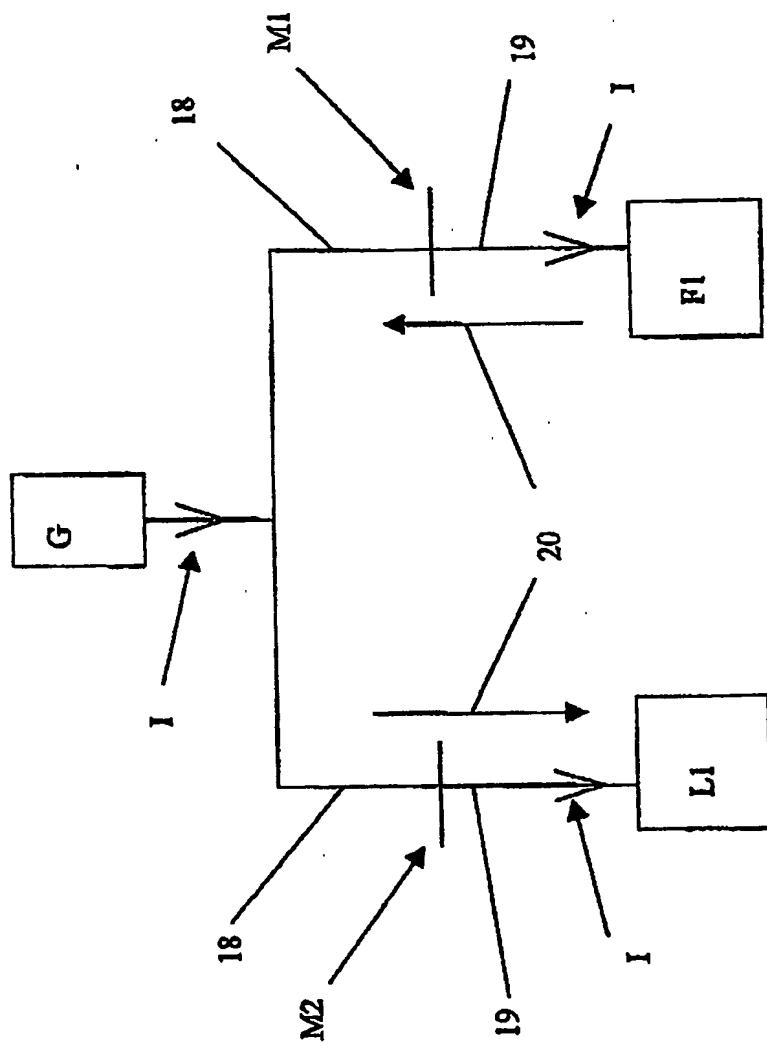
Inv. & Patents Office

1977-07-14 3

Patent Drawing

9/10

Fig. 9



020000000000

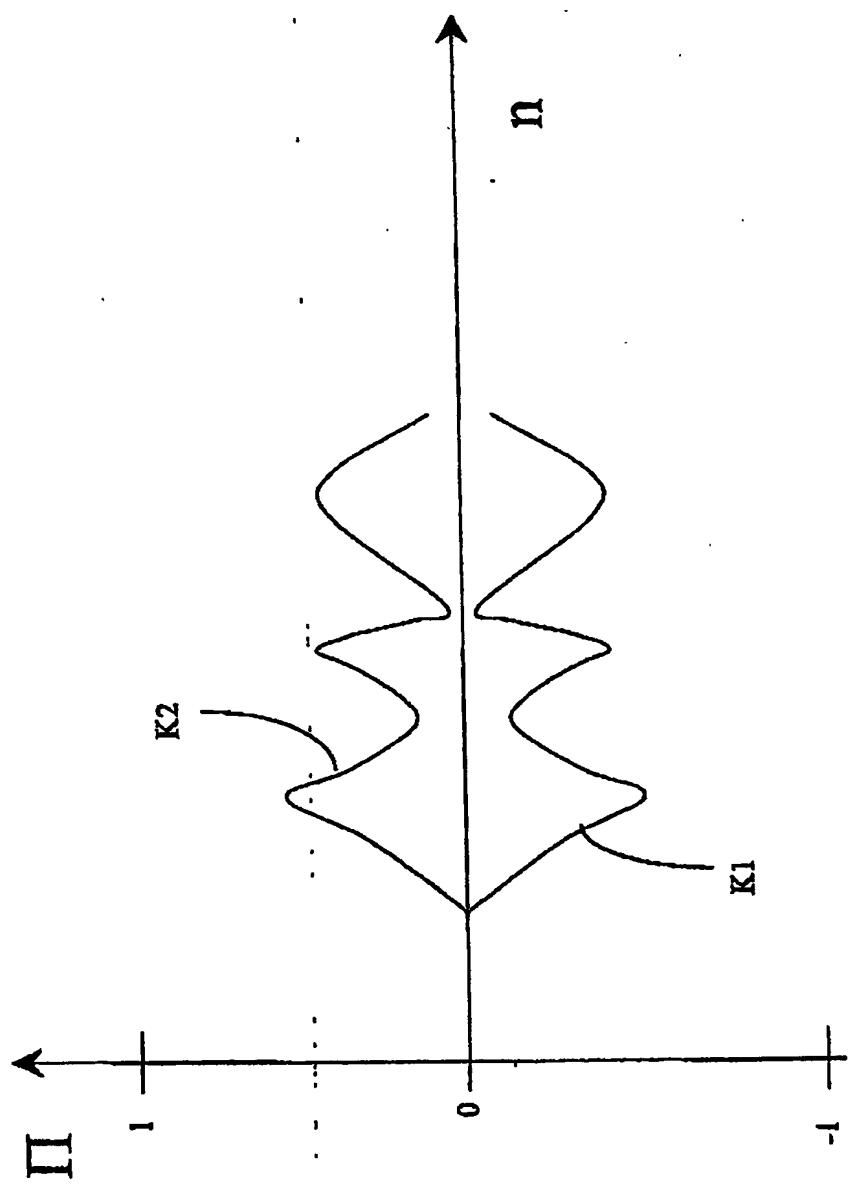
BRK 3. Punkt und Polyeder

Für -12- 23

Plane 10 Koordinaten

10/10

Fig. 10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.